

УДК 624.154

Кріс Бойделл, директор

Алан Конісбі Енд Асошіейтс Лімітед (м. Лондон, Велика Британія)

Ю.Л. Винников, д-р техн. наук, професор

М.О. Харченко, канд. техн. наук, доцент

В.І. Марченко, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

М.В. Яковенко, директор проектування будівель і споруд

ПП «АльмаТехнолоджис» (м. Полтава)

ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИЙ ЦЕНТР «ЛУК'ЯНІВКА»: ГЕОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ

АНОТАЦІЯ: Наведено ряд геотехнічних проблем щодо торгово-розважального центру (ТРЦ) з робочою назвою «Лук'янівка» в м. Київ. Описано інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови майданчика забудови, небезпечні геологічні й інженерно-геологічні процеси та явища характерні для даного майданчика. За даними геотехнічного прогнозу виділено зону впливу нового будівництва на існуючу забудову. Оцінено технічний стан будівель, що потрапили в зону впливу будівництва. Розглянуто деякі результати геотехнічного моніторингу будівель існуючої забудови при зведенні ТРЦ.

Ключові слова: ПОЛЬОВІ ВИПРОБОВУВАННЯ ҐРУНТІВ, ЗОНА ВПЛИВУ НОВОГО БУДІВНИЦТВА, ГЕОТЕХНІЧНИЙ МОНІТОРИНГ.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Накопичення та систематизація досвіду інженерних вишукувань, випробовувань ґрунтів, геотехнічного моніторингу і т. ін. в складних інженерно-геологічних умовах та в місцях щільної міської забудови є актуальною задачею фундаментобудування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема будівництва у складних інженерно-геологічних умовах та в існуючій забудові присвячено цілий ряд наукових праць [1 – 6]. Зокрема, особливо широко цю проблему розглядали, на міжнародній геотехнічній конференції у Мадриді в 2007 р.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. На сьогодні є сенс продовжити дослідження і систематизацію різних факторів впливу нового будівництва на існуючу забудову та вдосконалити інженерні рішення щодо мінімізації його негативного впливу, в т. ч. і за рахунок оптимальних рішень влаштування фундаментів новобудов.

Тому за **мету роботи** прийнято аналіз інженерно-геологічних умов та умов існуючої забудови, а також питань захисту існуючих будівель від негативного впливу нового будівництва.

Виклад основного матеріалу. Опис будівельного майданчика та інженерно-геологічних умов. Майданчик забудови ТРЦ знаходиться в м. Київ поблизу станції метро «Лук'янівська» на місці колишнього трамвайного депо. У геоморфологічному відношенні ділянка розташована в колишній заплаві та в межах верхів'я Глибочицької балки, що прорізає правий схил долини р. Скоморох, яка зараз протікає у підземному бетонному колекторі. Інженерно-геологічні умови відрізняє значна потужність (приблизно 18 м) слабких текучих супісків і високий рівень ґрунтових вод (РГВ). Характерний інженерно-геологічний розріз з посадкою на нього ТРЦ подано на рис. 1. Крім лабораторних досліджень геотехнічних властивостей ґрунтів виконано також статичне зондування масиву (рис. 2).

До негативних фізико-геологічних процесів у межах ділянки віднесено: 1) суттєва неоднорідність масиву як за площею, так і за глибиною (наявність прошарків, лінз, виклинювань пісків і супісків; підтоплення території, тощо); 2) погіршення з часом механічних характеристик ґрунтів; 3) механічна суфозія незв'язних часток у складі пісків при зміні гідрологічних умов, фільтрації атмосферних опадів або витоків із водонесучих комунікацій.

Проектні рішення забудови. Проект передбачає (рис. 3 і рис. 4): 1) будівництво ТРЦ з двома підземними та 2...3 надземними поверхами; 2) зведення житлового будинку (ЖБ) з 1 підземним і 7 надземними поверхами; 3) реконструкцію будівлі дизель-моторної станції (ДМС) – пам'ятки промислової архітектури всеукраїнського значення (ДМС увійде до об'єму ТРЦ); 4) реконструкцію будівлі контори (ДЛ) – пам'ятки місцевого значення; 5) заміну частини колектору «Скоморох» між ТРЦ і ЖБ, ТРЦ і будівлею малої опери (МО – теж пам'ятка місцевого значення); 6) демонтаж будівель і споруд колишнього трамвайного депо. Загальний вигляд майданчика до початку і після забудови наведено на рис. 5.

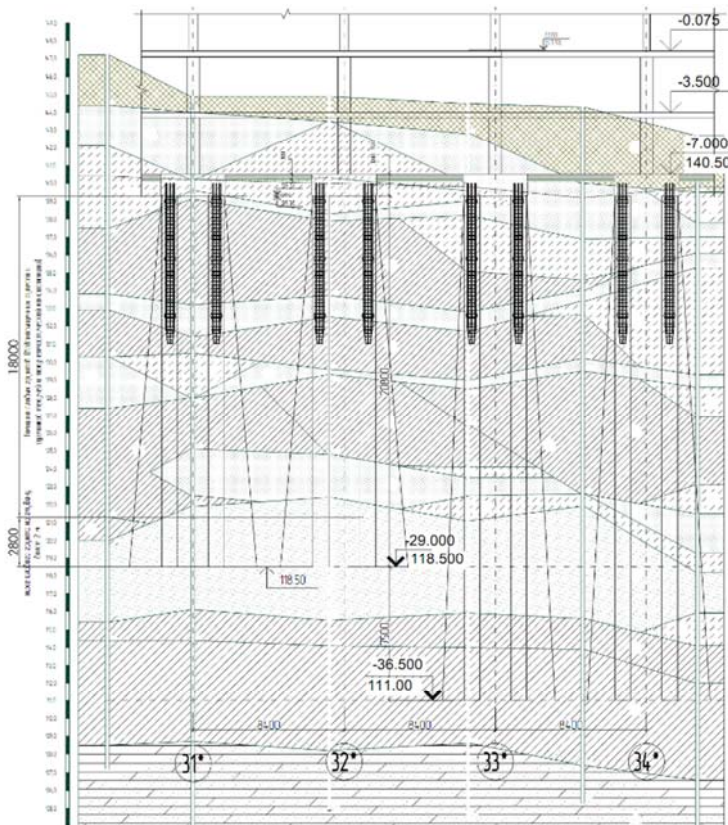


Рис. 1. Характерний інженерно-геологічний розріз із посадкою на нього споруд ТРЦ

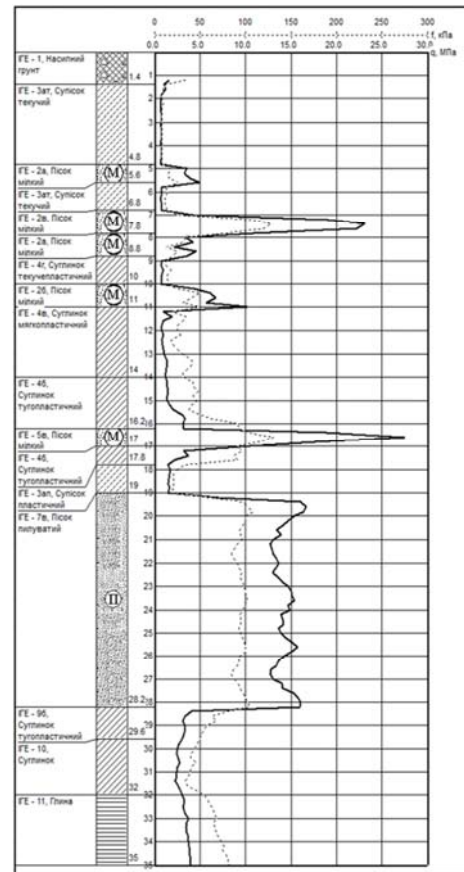


Рис. 2. Результати статичного зондування ґрунтів

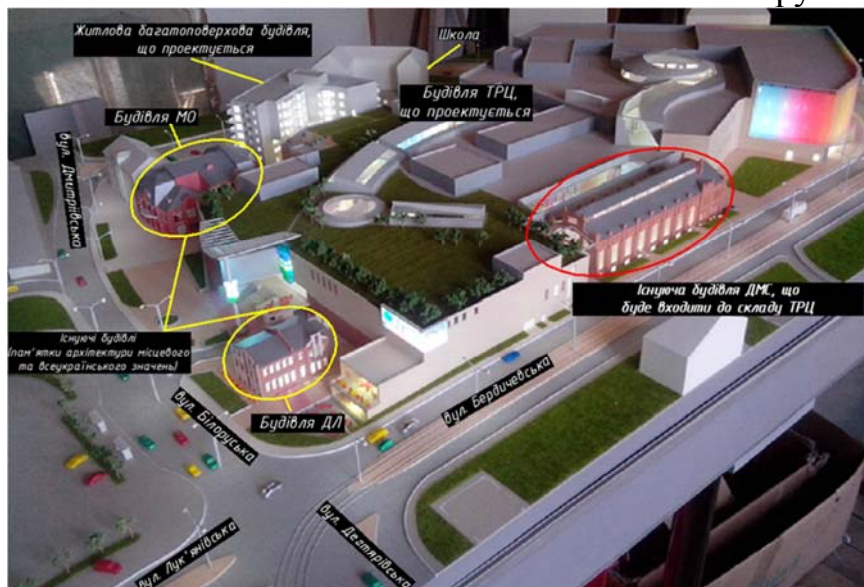


Рис. 3. Схема розміщення існуючих будівель і споруд ТРЦ

Геотехнічний прогноз негативного впливу будівництва ТРЦ. У зону впливу будівництва потрапили ДМС, ДЛ, МО, будівля школи (рис. 5). До початку земляних робіт проведено обстеження фактичного технічного стану цих будівель. Встановлено, що технічний стан цих будівель –

«непридатний до нормальної експлуатації», при чому, деякі їх конструкції знаходяться в аварійному стані. Характерні пошкодження наведено на рис. 6. Відповідно до технічного стану будівель призначалися гранично допустимі додаткові деформації основи їх фундаментів, які згруповано в табл. 1. Для будівель, які передбачено реконструювати, гранично допустимі додаткові деформації дозволялися дещо більшими (див. табл. 1). Це рішення обґрунтовувано додатковим скінченно-елементним аналізом напружено-деформованого стану системи «основа – будівля» у просторовій постановці. Критерієм даного аналізу було досягнення напружень розтягу в стінах існуючих будівель за нерівномірних деформацій.

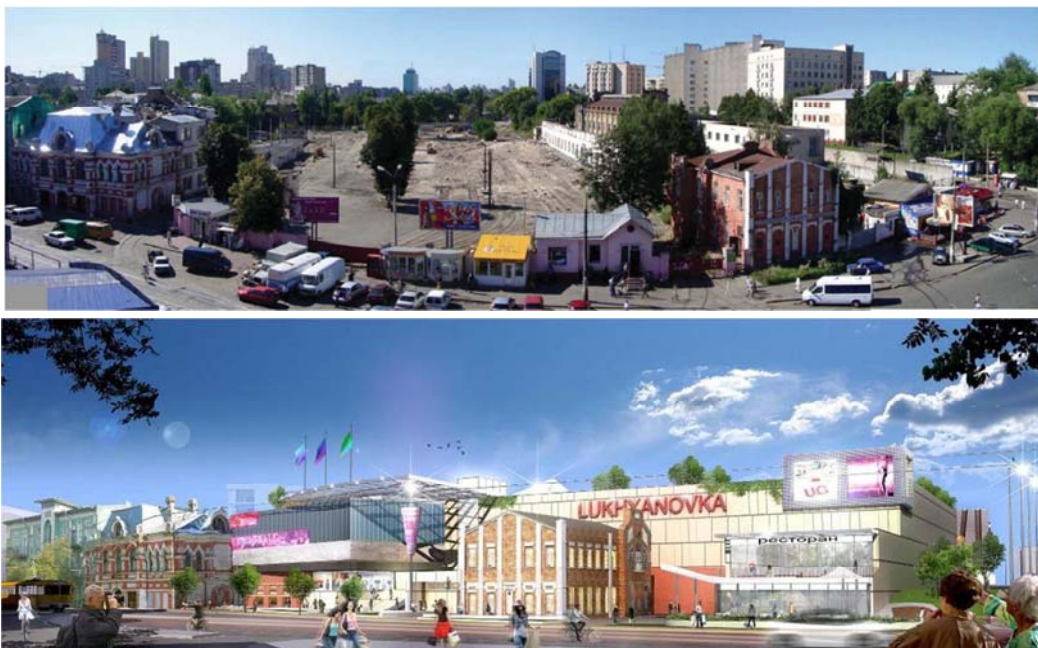


Рис. 4. Вид із боку вул. Білоруської (зверху – до забудови; знизу – проект)



Рис. 5. Схема розміщення будівельного майданчика й оточуючої забудови



Рис.6. Характерні пошкодження у конструкціях будівель, що потрапили в зону впливу зведення ТРЦ

Таблиця 1

Об'єкти моніторингу існуючої забудови, що потрапили в зону впливу

№ п/п	Найменування, конструктивні особливості будівлі	Відстань до ТРЦ, м	Категорія стану будівлі	Параметри, що контролюються	Допустимі граничні додаткові деформації	
					Максимальне осідання, см	Відносна різниця осідань
1	Будівля ДМС з цегляними несучими поздовжніми і поперечними стінами, 2- і 3-поверхова з підвалом під всією будівлею; фундаменти підсилені металевими палями; внутрішні конструкції будуть демонтовані і влаштована нова залізобетонна рама	3,0...5,2	II задовільний*	Додаткові осідання фундаментів та їх відносна різниця; деформації конструкцій, в т. ч. ширина розкриття і глибина утворення тріщин	3	0,0015
2	Будівля ДЛ з цегляними несучими поздовжніми і поперечними стінами, 2-поверхова з підвалом під частиною будівлі; фундаменти підсилені залізобетонними банкетами; внутрішні конструкції будуть демонтовані і влаштована залізобетонна чи металева рама	9,0	II задовільний*		3	0,0015
3	Будівля МО, цегляна триповерхова з цокольним і підвальним поверхом; підсилення фундаментів чи зміцнення основи не передбачається	12,0	III нерідатний до нормальної експлуатації		2	0,001
4	Будівля школи по вул. Коперника, 8, з цегляними несучими поздовжніми і поперечними стінами, дво-чотирьох поверхова, П-подібної форми в плані з підвалом під частиною будівлі; підсилення фундаментів чи зміцнення основи не передбачається	30,0...40,0	III нерідатний до нормальної експлуатації		2	0,001

Примітка: * – фактичний технічний стан є непридатним до нормальної експлуатації, а після заходів, передбачених реконструкцією, – буде задовільним

Є ризик негативного впливу ТРЦ чи робіт при його зведенні на основу перелічених вище об'єктів через розвиток додаткових напружень в активній зоні їх основ, зміні існуючих гідрогеологічних умов прилеглої території та під існуючими будівлями, розущільнення ґрунту основи при влаштуванні поряд з існуючими будівлями котлованів. Найбільш складним в цьому сенсі є реконструкція ДМС. Негативні фактори, що виникнуть при цьому: зменшення глибини закладання фундаментів; зниження просторової жорсткості будівлі при демонтажі внутрішніх стін і перекриття; виїмка котловану для ТРЦ на відстані 3,5...4,5 м глибиною 4,5 м нижче відмітки підшви існуючих фундаментів; будівельне зниження РГВ.

Методика та результати геотехнічного моніторингу об'єктів, що попадають у зону впливу. Відповідно до розрахунків, наведені вище технологічні й конструктивні рішення щодо влаштування підземної частини ТРЦ мають забезпечити мінімальний вплив на існуючі будівлі в зоні впливу. Для перевірки рішень організовано моніторинг технічного стану оточуючої забудови. Зокрема, до початку будівництва зафіксували поточний стан конструкцій, їх пошкоджень і дефектів. На будівлях закріпили осадочні марки (рис. 7) та влаштовували на території ґрунтові репери й опорні точки на будівлях (рис. 8), що знаходилися поза зоною впливу будівництва, для вимірювання додаткових осідань основи існуючих будівель у процесі будівництва ТРЦ. На тріщини встановили маяки. Електронним тахеометром вимірювали величини та напрям відхилення кутів стін від вертикалі. Періодичність геодезичних зйомок склала 1 раз/місяць. При проведенні будівельних, особливо земляних, робіт у безпосередній близькості до будівель періодичність зйомок збільшено до 1 разу/добу.

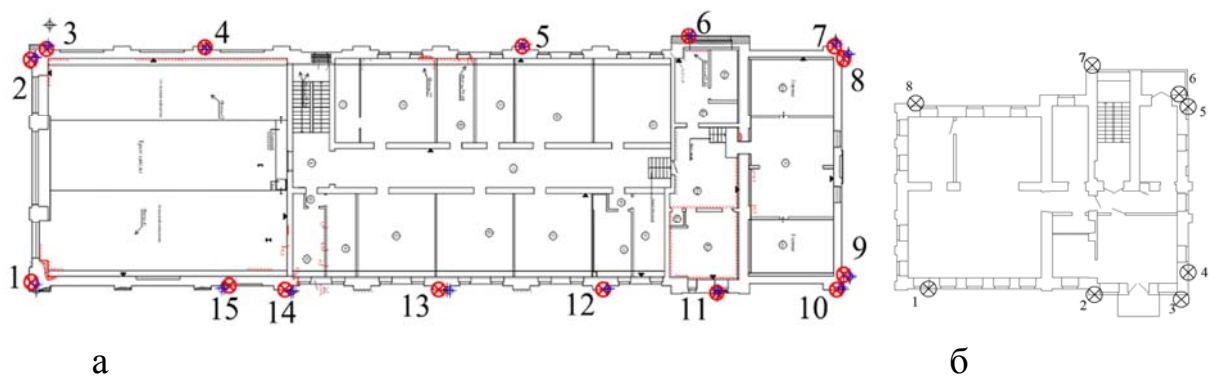


Рис. 7. Схема деформаційних марок на ДМС (а) і ДЛ (б): 1...15, 1...8 і 1*...15*, 1*...8* – деформаційні марки в рівні цоколя та даху будівель відповідно

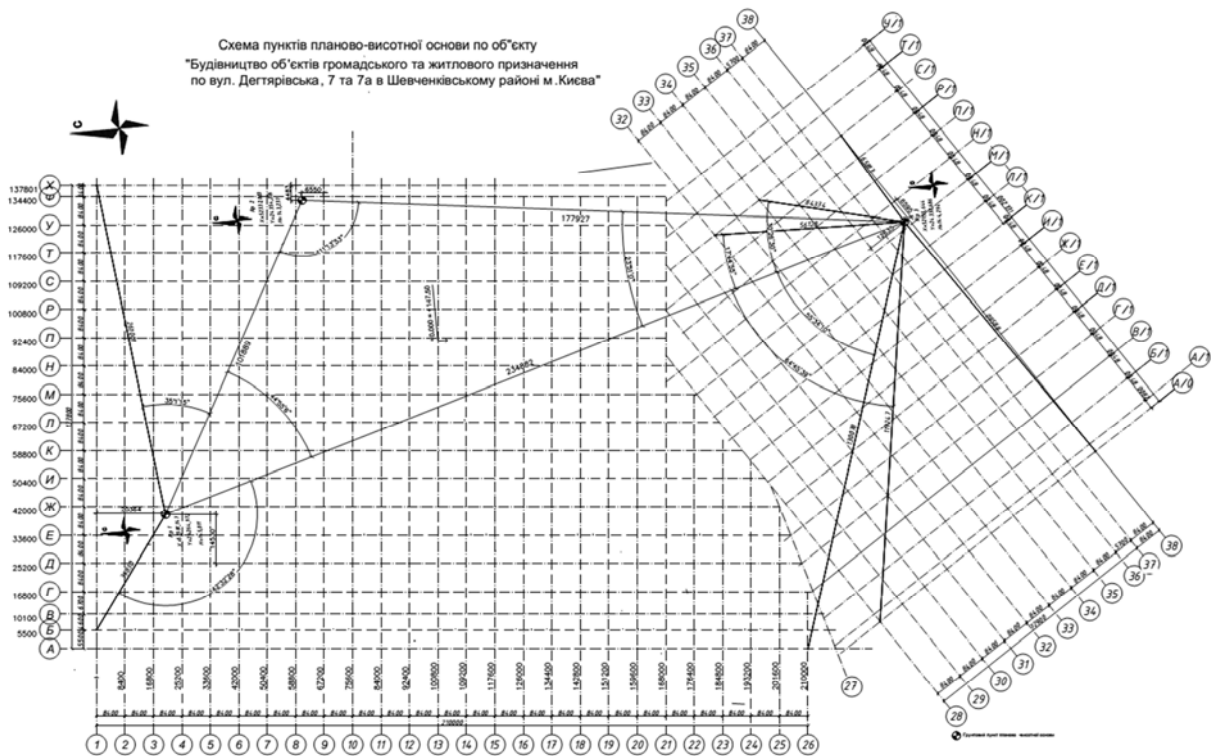


Рис. 8. Схема планово-висотної основи для проведення геодезичного моніторингу

Критерієм забезпечення нормальної експлуатаційної придатності існуючих будівель була відсутність появи нових і стабілізація розкриття існуючих тріщин у стінах, а також не перевищення виміряних осідань над гранично допустимими (табл. 1). В результаті моніторингу стану оточуючої забудови на момент закінчення значної частини робіт з улаштування підземної частини ТРЦ встановлено, що: 1) додаткових деформацій основи фундаментів, розкриття існуючих і поява нових тріщин школи, МО і ДЛ не спостерігалось; 2) мали місце додаткові деформації, в т.ч. нерівномірні, існуючих фундаментів (рис. 9), поява кількох нових тріщин у ДМС (рис. 10).

Максимальні осідання марок на будівлі ДМС до початку робіт, у процесі її пересаджування на палі склали $S_{\max}=31$ мм, що дещо більше за гранично допустиме значення $S_u=30$ мм. При цьому відносна нерівномірність осідань – $(\Delta S/L)_{\max}=0,0037$, що теж більше за гранично допустиму величину $(\Delta S/L)_u=0,0015$. На рис. 10 подано фото однієї з тріщин поблизу марки №11, що виникла від нерівномірних деформацій будівлі. Після завершення пересаджування її фундаментів на палі осідання припинилися навіть за умови влаштування поряд котловану. На цьому етапі демонтували внутрішні конструкції будівлі (рис. 11), і на зовнішніх стінах, що залишилися, додаткові тріщини не виникли, а існуючі припинили розкриватися.

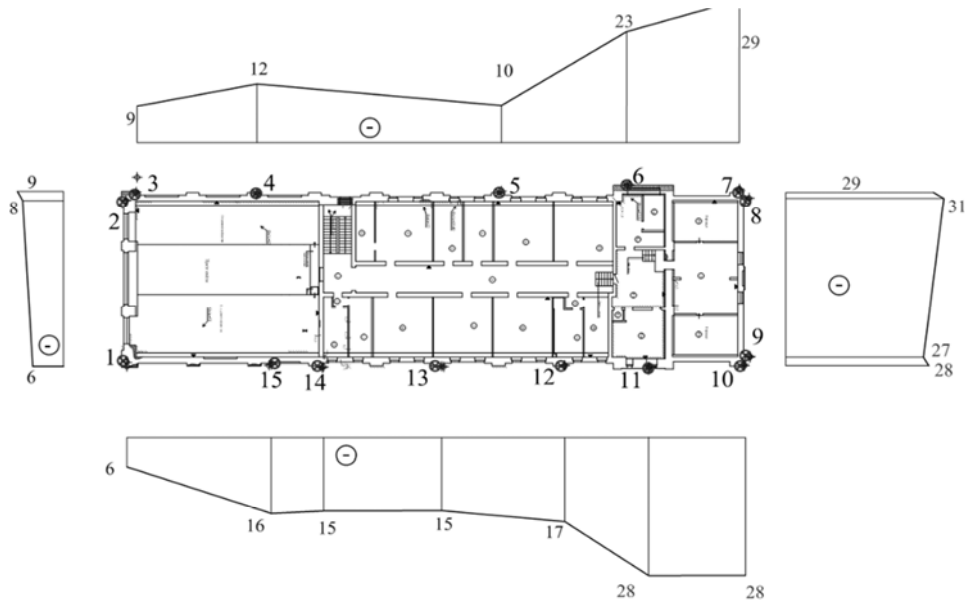


Рис. 9. Результати виміряних додаткових деформацій будівлі під час підсилення її фундаментів металевими палямирингу



Рис. 10. Фото тріщини у будівлі ДМС поблизу деформаційної марки №11



Рис. 11. Фото процесу демонтажу внутрішніх конструкцій будівлі ДМС

Висновки. Таким чином, у результаті аналізу інженерно-геологічних вишукувань і польових випробувань ґрунтів геотехнічним прогнозом визначено зону впливу будівництва ТРЦ «Лук'янівка». Для будівель, що потрапили в цю зону, визначено фактичний технічний стан і обґрунтовано максимально можливі додаткові деформації основи їх фундаментів. У процесі будівництва ТРЦ організовано моніторинг технічного стану будівель, що потрапили в зону впливу, та спостереження за маяками на тріщинах і деформаціями осадочних марок, які були закріплені на цих будівлях. Такий підхід дозволив з мінімальною кількістю помилок провести

будівельні роботи за складних інженерно-геологічних умов і в існуючій забудові та зберегти навколишні, в т. ч. історичні, будівлі у заданому технічному стані.

Список літератури

1. Бойко І.П. Особливості взаємодії пильових фундаментів під висотними будинками з їх основою // Основи і фундаменти: міжвідомчий науково-технічний збірник. – К.: КНУБА, 2006. – Вип. 30. – С. 3 – 8.
2. Mlunarec Zb. Site investigation and mapping in urban area (General Report) / Zb. Mlunarec // Proc. of 14th European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Madrid, 2007. – P. 175 – 202.
3. Мангушев Р.А. Геотехника Санкт-Петербурга: монографія / Р.А. Мангушев, А.И. Осокин. – М.: АСВ, 2010. – 264 с.
4. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение развития городов (практическое пособие по проектированию зданий и подземных сооружений в условиях плотной застройки) / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. – СПб.: Стройиздат Северо-Запад, 2010. – 552 с.
5. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.
6. Досвід геотехнічного проектування та моніторингу будівництва висотних будівель у зоні підземних виробок / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко та ін. // Основи та фундаменти: міжвідомчий науково-технічний збірник. – К.: КНУБА, 2015. – Вип. 36. – С. 18 – 26.

Крис Бойделл, директор

Алан Конисби Энд Ассошиейтс Лимитед (Лондон, Великобритания)

Винников Ю.Л., д-р. техн. наук, профессор

Харченко М.А., канд. техн. наук, доцент

Марченко В.И., канд. техн. Наук

Полтавский национальный технический университет

имени Юрия Кондратюка

Яковенко М.В., директор проектирования зданий и сооружений

ПП «АльмаТехнолоджис» (г. Полтава)

**ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ЛУКЪЯНОВКА»:
ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

АННОТАЦИЯ: Изложен ряд геотехнических проблем торгово-развлекательного центра (ТРЦ) с рабочим названием «Лукьяновка» в г. Киев. Описаны инженерно-геологические и гидрогеологические условия площадки застройки, опасные геологические и инженерно-геологические процессы и явления, характерные для данной площадки. По результатам геотехнического прогноза выделена зона влияния нового строительства на существующую застройку. Дана оценка технического состояния зданий, попадающих в зону влияния нового строительства. Рассмотрены некоторые результаты геотехнического мониторинга зданий окружающей застройки в процессе возведения ТРЦ.

Ключевые слова: *ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ, ЗОНА ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ.*

Chris Boydell, Director

Alan Conisbee and Associates Limited (London, Great Britain)

Vynnykov Y.L., Dr.Sci.Tech, Professor

Kharchenko M.O., PhD, assistant professor

Marchenko V.I., PhD, assistant professor

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

Yakovenko M.V., Structural Engineering Director

AlmaTechnologies (Poltava)

LUKHYANOVKA MALL: GEOTECHNICAL ASPECTS

ABSTRACT: This paper describes some of the geotechnical issues associated with the foundation engineering for the LUKHYANOVKA MALL's (working name). There is described the soil and water ground conditions of the building site. Analysed the dangerous geological and engineering-geological processes and phenomena of this site. Shows the area of influence of the new construction to the existing building. It is characterized the buildings state within the influence zone of the new construction. Some results of geotechnical monitoring of surrounding buildings during the construction of the mall is analysed.

Keywords: *FIELD SOIL TESTING, INFLUENCE ZONE OF NEW CONSTRUCTION, GEOTECHNICAL MONITORING.*

Стаття надійшла до редакції 13.10.2015.